

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005 年10 月20 日 (20.10.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/098403 A1

- (51) 国際特許分類: G01N 25/68, 21/47, 21/55
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/004648
- (22) 国際出願日: 2005 年3 月16 日 (16.03.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2004-101415 2004 年3 月30 日 (30.03.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 山武 (YAMATAKE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1508316 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 金井 良之 (KANAI, Yoshiyuki) [JP/JP]; 〒1508316 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会社 山武内 Tokyo (JP). 井端 一雅 (IBATA, Kazumasa) [JP/JP]; 〒1508316 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会社 山武内 Tokyo (JP). 東海林 成樹 (SHOJI, Shigeki) [JP/JP]; 〒1508316 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号

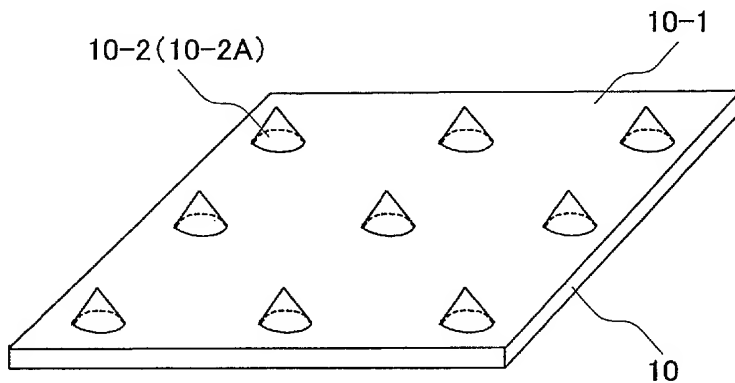
株式会社 山武内 Tokyo (JP). 武智 昌樹 (TAKECHI, Masaki) [JP/JP]; 〒1508316 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会社 山武内 Tokyo (JP). 増本 新吾 (MASUMOTO, Shingo) [JP/JP]; 〒1508316 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会社 山武内 Tokyo (JP). 栗原 利雄 (KURIHARA, Toshio) [JP/JP]; 〒1508316 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会社 山武内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 山川 政樹, 外(YAMAKAWA, Masaki et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町2丁目4番2号 秀和溜池ビル8階 山川国際特許事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,

[続葉有]

(54) Title: MOISTURE DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 水分検出装置



(57) Abstract: Very small projections (10-2) are arranged on a mirror surface (10-1) of a mirror (10). The shape of a projection (10-2) is not limited to a circular cone, but it can be a hollow-cylindrical shape, semispherical shape, or square prism shape, and also, it can be a polyhedron with many faces. With a reduction in temperature of the mirror (10), water vapor contained in a gas to be measured condenses on the mirror surface (10-1) of the mirror (10). In this case, because of the very small projections (10-2) on the mirror surface (10-1), the condensation is promoted by the projections (10-2) serving as the cores. This facilitates condensation even at low dew points and improves response. Further, the

size of condensation products does not easily vary relative to variation in flow speed of the gas to be measured, and this makes equilibrium of condensation less likely to break, increasing measurement accuracy.

(57) 要約: 鏡(10)の鏡面(10-1)に微小な突起(10-2)を複数設ける。突起(10-2)の形状は、円錐状に限られるものではなく、円筒状、半球状、四角柱状などとしてもよく、さらに多くの面を有する多面体としてもよい。鏡(10)の温度を下げて行くと、被測定気体に含まれる水蒸気が鏡(10)の鏡面(10-1)に結露する。この場合、鏡(10)の鏡面(10-1)には微小な突起(10-2)が設けられているので、この突起(10-2)が核となって結露が促進される。これにより、低露点でも結露が発生し易くなり、応答性がよくなる。また、被測定気体の流速の変化に対し、結露のサイズが変化し難くなり、結露の平衡状態が崩れ難くなって、測定精度が向上する。

WO 2005/098403 A1



SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 補正書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 明 細 書

### 水分検出装置

### 技術分野

[0001] この発明は、鏡面上に生じる被測定気体に含まれる水分を検出する水分検出装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] 従来より、湿度測定法として、被測定気体の温度を低下させ、その被測定気体に含まれる水蒸気の一部を結露させたときの温度を測定することにより露点を検出する露点検出法が知られている。例えば、文献1(工業計測ハンドブック、昭和51.9.30、朝倉書店、P297)には、寒剤、冷凍機、電子冷却器などを用いて鏡を冷却し、この冷却した鏡の鏡面上の反射光の強度の変化を検出し、この時の鏡面の温度を測定することによって、被測定気体中の水分の露点を検出する鏡面冷却式露点計について説明されている。

[0003] この鏡面冷却式露点計には、利用する反射光の種類によって、2つのタイプがある。1つは、文献2(特開昭61-75235号公報)に示されているような正反射光を利用する正反射光検出方式、もう1つは、文献3(特公平7-104304号公報)に示されているような散乱光を利用する散乱光検出方式である。

[0004] [正反射光検出方式]

図10に正反射光検出方式を採用した従来の鏡面冷却式露点計の要部を示す。この鏡面冷却式露点計101は、被測定気体が流入されるチャンバ1と、このチャンバ1の内部に設けられた熱電冷却素子(ペルチェ素子)2を備えている。熱電冷却素子2の冷却面2-1には銅製ブロック3を介してボルト4が取り付けられており、熱電冷却素子2の加熱面2-2には放熱フィン5が取り付けられている。銅製ブロック3に取り付けられたボルト4の上面4-1は鏡面とされている。銅製ブロック3の側部には巻線式測温抵抗体(温度検出素子)6が埋め込まれている(図12参照)。また、チャンバ1の上部には、ボルト4の上面(鏡面)4-1に対して斜めに光を照射する発光素子7と、この発光素子7から鏡面4-1に対して照射された光の正反射光を受光する受光素子8と

が設けられている。熱電冷却素子2の周囲には断熱材40が設けられている。

[0005] この鏡面冷却式露点計101において、チャンバ1内の鏡面4-1は、チャンバ1内に流入される被測定気体に晒される。鏡面4-1に結露が生じていなければ、発光素子7から照射された光はそのほぼ全量が正反射し、受光素子8で受光される。したがって、鏡面4-1に結露が生じていない場合、受光素子8で受光される反射光の強度は大きい。

[0006] 熱電冷却素子2への電流を増大し、熱電冷却素子2の冷却面2-1の温度を下げて行くと、被測定気体に含まれる水蒸気が鏡面4-1に結露し、その水の分子に発光素子7から照射した光の一部が吸収されたり、乱反射したりする。これにより、受光素子8で受光される反射光(正反射光)の強度が減少する。この鏡面4-1における正反射光の変化を検出することにより、鏡面4-1上の状態の変化、すなわち鏡面4-1上に水分(水滴)が付着したことを知ることができる。さらに、この時の鏡面4-1の温度を温度検出素子6で間接的に測定することにより、被測定気体中の水分の露点を知ることができる。

[0007] [散乱光検出方式]

図11に散乱光検出方式を採用した従来の鏡面冷却式露点計の要部を示す。この鏡面冷却式露点計102は、正反射光検出方式を採用した鏡面冷却式露点計101とほぼ同構成であるが、受光素子8の取り付け位置が異なっている。この鏡面冷却式露点計102において、受光素子8は、発光素子7から鏡面4-1に対して照射された光の正反射光を受光する位置ではなく、散乱光を受光する位置に設けられている。

[0008] この鏡面冷却式露点計102において、鏡面4-1は、チャンバ1内に流入される被測定気体に晒される。鏡面4-1に結露が生じていなければ、発光素子7から照射された光はそのほぼ全量が正反射し、受光素子8での受光量は極微量である。したがって、鏡面4-1に結露が生じていない場合、受光素子8で受光される反射光の強度は小さい。

[0009] 熱電冷却素子2への電流を増大し、熱電冷却素子2の冷却面2-1の温度を下げて行くと、被測定気体に含まれる水蒸気が鏡面4-1に結露し、その水の分子に発光素子7から照射した光の一部が吸収されたり、乱反射したりする。これにより、受光素子

8で受光される乱反射された光(散乱光)の強度が増大する。この鏡面4-1における散乱光の変化を検出することにより、鏡面4-1上の状態の変化、すなわち鏡面4-1上に水分(水滴)が付着したことを知ることができる。さらに、この時の鏡面4-1の温度を温度検出素子6で間接的に測定することにより、被測定気体中の水分の露点を知ることができる。

- [0010] なお、上述した露点計においては、鏡面4-1に生じる結露(水分)を検出する例で説明したが、同様の構成によって鏡面4-1に生じる結霜(水分)を検出することも可能である。

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0011] しかしながら、上述した従来の鏡面冷却式露点計101や102では、何れも鏡の表面(鏡面)を極力平滑にし、光の反射をよくしている。具体的には、例えば、銅にロジウムめっきを施した鏡を用いたり、プラチナを鏡として使用していた。他にも、表面にアルミニウムを蒸着し、その上に窒化アルミの薄膜をコーティングしたシリコンウェハを鏡として使用する例もある。
- [0012] このように、従来の鏡面冷却式露点においては、鏡の鏡面を平滑にしており、結露や結霜のきっかけとなるようなものがないため、超低露点時の露点計測では結露や結霜が発生するまでに時間がかかり、応答性が悪いという問題があった。また、鏡面上を流れる被測定気体の流速の変化によって結露の平衡状態が崩れ、測定精度が悪くなるという問題があった。
- [0013] 本発明は、このような課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、応答性がよく、測定精度を向上させることができる鏡面上状態検出装置および水分検出装置を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

- [0014] このような目的を達成するために本発明は、鏡面が被測定気体に晒される鏡と、鏡の鏡面に形成された微小な突部と、鏡を冷却する冷却手段と、鏡面に対して光を照射する発光手段と、発光手段から鏡面に対して照射された光の反射光を受光する受光手段と、この受光手段が受光する反射光に基づいて冷却手段によって冷却された

鏡の鏡面上に生じる水分を検出する手段とを設けたものである。

この発明によれば、発光手段から鏡の鏡面に対して光が照射され、この照射された光の鏡面からの反射光(正反射光検出方式の場合は正反射光、散乱光検出方式の場合は散乱光)が受光手段で受光され、この受光手段が受光する反射光に基づいて、冷却手段によって冷却された鏡の鏡面上に生じる水分(例えば、結露や結霜)が検出される。この場合、鏡の鏡面には微小な突部が設けられているので、この突部が核となって結露や結霜が促進される。

### 発明の効果

- [0015] 本発明によれば、鏡の鏡面に微小な突部を設けるようにしたので、突部が核となって結露や結霜が促進され、応答性がよくなり、測定精度が向上する。

### 図面の簡単な説明

- [0016] [図1]図1は、本発明に係る水分検出装置の一実施の形態(実施の形態1)を示す鏡面冷却式露点計の概略構成図である。
- [図2A]図2Aは、発光側の光ファイバと受光側の光ファイバとを1つのチューブ中に同軸に設ける構成を例示する図である。
- [図2B]図2Bは、発光側の光ファイバと受光側の光ファイバとを1つのチューブ中に同軸に設ける構成を例示する図である。
- [図2C]図2Cは、発光側の光ファイバと受光側の光ファイバとを1つのチューブ中に同軸に設ける構成を例示する図である。
- [図2D]図2Dは、発光側の光ファイバと受光側の光ファイバとを1つのチューブ中に同軸に設ける構成を例示する図である。
- [図2E]図2Eは、発光側の光ファイバと受光側の光ファイバとを1つのチューブ中に同軸に設ける構成を例示する図である。
- [図3]図3は、鏡の鏡面に形成された微小な突起を示す図である。
- [図4A]図4Aは、微小な突起の変形例を示す図である。
- [図4B]図4Bは、微小な突起の変形例を示す図である。
- [図4C]図4Cは、微小な突起の変形例を示す図である。
- [図4D]図4Dは、微小な突起の変形例を示す図である。

[図5A]図5Aは、鏡面に対して照射されるパルス光の波形図である。

[図5B]図5Bは、鏡面から受光される反射パルス光の波形図である。

[図6]図6は、微小突起付き鏡面の場合と平坦な鏡面の場合との露点温度と結露発生量との関係を示す図である。

[図7]図7は、微小突起付き鏡面の場合と平坦な鏡面の場合との被測定気体の流速(測定ガス流速)と結露発生量との関係を示す図である。

[図8]図8は、実施の形態1の鏡面冷却式露点計のセンサ部の変形例を示す図である。

[図9]図9は、本発明に係る水分検出装置の他の実施の形態(実施の形態2)を示す鏡面冷却式露点計の概略構成図である。

[図10]図10は、正反射光検出方式を採用した従来の鏡面冷却式露点計の要部を示す図である。

[図11]図11は、散乱光検出方式を採用した従来の鏡面冷却式露点計の要部を示す図である。

[図12]図12は、従来の鏡面冷却式露点計における鏡や温度検出素子の取り付け構造を示す斜視図である。

### 発明を実施するための最良の形態

[0017] 以下、本発明を図面に基づいて詳細に説明する。

[実施例1:鏡面冷却式露点計(散乱光検出方式)]

図1はこの発明に係る水分検出装置の一実施例を示す鏡面冷却式露点計の概略構成図である。この鏡面冷却式露点計201はセンサ部201Aとコントロール部201Bとを有している。

[0018] センサ部201Aでは、熱電冷却素子(ペルチェ素子)2の冷却面2-1に鏡10を取り付けている。鏡10は、例えばシリコンチップとされ、その表面10-1が鏡面とされている。また、鏡10と熱電冷却素子2の冷却面2-1との接合面に、例えば白金による薄膜測温抵抗体(温度検出素子)11を形成している。また、熱電冷却素子2の加熱面2-2に円柱状のヒートシンク18を接合し、このヒートシンク18に沿ってその上端部をJ字型に湾曲させたステンレス製のチューブ17を設けている。

- [0019] チューブ17としては図2A～図2Eに示すような種々の形で光ファイバを収容したチューブ16を使用することができる。図2Aでは、チューブ16中に、発光側の光ファイバ16-1と受光側の光ファイバ16-2とを同軸に設けている。図2Bでは、チューブ16中に、発光側(あるいは受光側)の光ファイバ16-1と受光側(あるいは発光側)の光ファイバ16-21～16-24を同軸に設けている。図2Cでは、チューブ16中の左半分を発光側の光ファイバ16a、右半分を受光側の光ファイバ16bとしている。図2Dでは、チューブ16中に、発光側の光ファイバ16cと受光側の光ファイバ16dとを混在させている。図2Eでは、チューブ16中の中心部を発光側(あるいは受光側)の光ファイバ16e、光ファイバ16eの周囲を受光側(あるいは発光側)の光ファイバ16fとしている。
- [0020] 図1に示した鏡面冷却式露点計201では、チューブ17として図2Aに示されたタイプのチューブ16を使用しており、その内部に発光側の光ファイバ17-1と受光側の光ファイバ17-2とを収容している。発光側の光ファイバ17-1と受光側の光ファイバ17-2のJ字型に湾曲された先端部(発光部、受光部)は、鏡10の鏡面10-1に向けられ、この鏡面10-1に対して所定の傾斜角で傾けられている。この結果、光ファイバ17-1からの光の照射方向(光軸)と光ファイバ17-2での光の受光方向(光軸)とが平行とされ、また隣接して同一の傾斜角とされる。
- [0021] 本実施例において、鏡10の鏡面10-1には、図3に示すように、円錐状の微小な突起(突部)10-2(10-2A)が複数設けられている。この突起10-2は、例えばフォトリソとエッチングによって形成されており、発生させる結露の径のサイズによってその大きさ(高さや直径)や間隔などが異なる。例えば、直径を0.1～1 $\mu$ m程度、高さを0.1～1 $\mu$ m程度、間隔を10～50 $\mu$ m程度とする。また、突起10-2の形状は、円錐状に限られるものではなく、図4Aに示すような円筒状の突起10-2B、図4Bに示すような半球状の突起10-2C、図4Cに示すような四角柱状の突起10-2Dなどとしてもよく、さらに多くの面を有する多面体状の突起10-2Eとしてもよい。
- [0022] コントロール部201Bには、露点温度表示部12と、結露検知部13と、ペルチェ出力制御部14と、信号変換部15とが設けられている。露点温度表示部12には温度検出素子11が検出する鏡10の温度が表示される。結露検知部13は、光ファイバ17-1の先端部より鏡10の鏡面10-1に対して斜めに所定の周期でパルス光を照射させる



とともに、光ファイバ17-2を介して受光される反射パルス光(散乱光)の上限値と下限値との差を反射パルス光の強度として求め、反射パルス光の強度に応じた信号S1をペルチェ出力制御部14へ送る。ペルチェ出力制御部14は、結露検知部13からの信号S1を受けて、反射パルス光の強度と予め定められている閾値とを比較し、反射パルス光の強度が閾値に達していない場合には、熱電冷却素子2への電流を信号S1の値に応じて増大させる制御信号S2を、反射パルス光の強度が閾値を超えている場合には、熱電冷却素子2への電流を信号S1の値に応じて減少させる制御信号S2を信号変換部15へ出力する。信号変換部15は、ペルチェ出力制御部14からの制御信号S2で指示される電流S3を熱電冷却素子2へ供給する。

[0023] この鏡面冷却式露点計201において、センサ部201Aは被測定気体中に置かれる。また、結露検知部13は、光ファイバ17-1の先端部より、鏡10の鏡面10-1に対して斜めに所定の周期でパルス光を照射させる(図5A参照)。鏡面10-1は被測定気体に晒されており、鏡面10-1に結露が生じていなければ、光ファイバ17-1の先端部から照射されたパルス光はそのほぼ全量が正反射し、光ファイバ17-2を介して受光される鏡面10-1からの反射パルス光(散乱光)の量は極微量である。したがって、鏡面10-1に結露が生じていない場合、光ファイバ17-2を介して受光される反射パルス光の強度は小さい。

[0024] 結露検知部13では、光ファイバ17-2を介して受光される反射パルス光の上限値と下限値との差を反射パルス光の強度として求め、反射パルス光の強度に応じた信号S1をペルチェ出力制御部14へ送る。この場合、反射パルス光の強度はほぼ零であり、閾値に達していないので、ペルチェ出力制御部14は、熱電冷却素子2への電流を増大させる制御信号S2を信号変換部15へ送る。これにより、信号変換部15からの熱電冷却素子2への電流S3が増大し、熱電冷却素子2の冷却面2-1の温度が下げられて行く。

[0025] 熱電冷却素子2の冷却面2-1の温度、すなわち鏡10の温度を下げて行くと、被測定気体に含まれる水蒸気が鏡10の鏡面10-1に結露する。このとき、本実施例に係る露点計においては、鏡10の鏡面10-1に設けられた微小な突起10-2が核となって結露が促進される。突起10-2が核となって結露が促進される理由は次のようなも

のである、空気中の水蒸気が雲になる様子を例に説明すると、空気中の水蒸気が雲になるときは、空気中のエアロゾル(直径 $0.2\mu\text{m}$ 以下、塵、凝結核ともいう)を中心に凝結することで発生し、エアロゾルがまったくない空気には雲はできない。同様に、鏡面10-1上に設けた微小な突起10-2がエアロゾルの役割を果たし、被測定気体に含まれる水蒸気が鏡面10-1上に結露し易くなる。

[0026] 図6に鏡面10-1上に突起10-2を設けた微小突起付き鏡面の場合と突起10-2を設けない平坦な鏡面の場合との露点温度と結露発生量との関係を示す。同図に示す特性Iが微小突起付き鏡面の場合であり、特性IIが平坦な鏡面の場合である。この特性IとIIとを比較して分かるように、微小突起付き鏡面とすることにより、平坦な鏡面の場合と比べて、低露点でも結露が発生し易くなることが分かる。これにより、低露点時の応答性がよくなる。

[0027] 図7に鏡面10-1上に突起10-2を設けた微小突起付き鏡面の場合と突起10-2を設けない平坦な鏡面の場合との被測定気体の流速(測定ガス流速)と結露発生量との関係を示す。同図に示す特性IIIが微小突起付き鏡面の場合であり、特性IVが平坦な鏡面の場合である。この特性IIIとIVとを比較して分かるように、微小突起付き鏡面とすることにより、平坦な鏡面の場合と比べて、測定ガス流速の変化に対して結露発生量が安定していることが分かる。これにより、被測定気体の流速の変化に対し、結露のサイズが変化し難くなり、結露の平衡状態が崩れ難くなって、測定精度が向上する。

[0028] 被測定気体に含まれる水蒸気が鏡10の鏡面10-1に結露すると、その水の分子に光ファイバ17-1の先端部から照射されたパルス光の一部が吸収されたり、乱反射したりする。これにより、光ファイバ17-2を介して受光される鏡面10-1からの反射パルス光(散乱光)の強度が増大する。

[0029] 結露検知部13は、受光される反射パルス光の1パルス毎に、その1パルスの上限値と下限値との差を求め、これを反射パルス光の強度とする。すなわち、図5Bに示すように、反射パルス光の1パルスの上限値 $L_{\text{max}}$ と下限値 $L_{\text{min}}$ との差 $\Delta L$ を求め、この $\Delta L$ を反射パルス光の強度とする。この結露検知部13での処理により、反射パルス光に含まれる外乱光 $\Delta X$ が除去され、外乱光による誤動作が防止される。この結露

検知部13でのパルス光を用いた外乱光による誤動作防止の処理方式をパルス変調方式と呼ぶ。この処理によって、この鏡面冷却式露点計201では、センサ部201Aからチャンバをなくすことができる。

[0030] なお、厳密に言うと、結露が生じていない場合でも鏡面10-1に設けられた突起10-2によって乱反射が生じ、これによる散乱光が光ファイバ17-2を介して受光される。この受光量は常に一定であるので、これを初期値として1パルスの上限值 $L_{max}$ と下限値 $L_{min}$ との差 $\Delta L$ から差し引けば、結露による散乱光の増加分だけが求められ、より精度を高めることができる。

[0031] ここで、光ファイバ17-2を介して受光される反射パルス光の強度が閾値を超えると、ペルチェ出力制御部14は、熱電冷却素子2への電流を減少させる制御信号S2を信号変換部15へ送る。これにより、熱電冷却素子2の冷却面2-1の温度の低下が抑えられ、結露の発生が抑制される。この結露の抑制によって、光ファイバ17-2を介して受光される反射パルス光の強度が小さくなり、閾値を下回ると、ペルチェ出力制御部14から熱電冷却素子2への電流を増大させる制御信号S2が信号変換部15へ送られる。この動作の繰り返しによって、光ファイバ17-2を介して受光される反射パルス光の強度が閾値とほぼ等しくなるように、熱電冷却素子2の冷却面2-1の温度が調整される。この調整された温度、すなわち鏡面10-1に生じた結露が平衡状態に達した温度(露点温度)が、露点温度として露点温度表示部12に表示される。

[0032] なお、図1に示した鏡面冷却式露点計201では、センサ部201Aにおいて発光側の光ファイバ17-1と受光側の光ファイバ17-2とを収容したチューブ17を用いたが、図8に示すセンサ部201A'のように、発光側の光ファイバ17-1に代えて発光ダイオード19を、受光側の光ファイバ17-2に代えてフォトカプラ20を設けるようにしてもよい。

[0033] [実施例2:鏡面冷却式露点計(正反射光検出方式)]

図9はこの発明に係る水分検出装置の他の実施例を示す鏡面冷却式露点計の概略構成図である。この鏡面冷却式露点計202では、発光側の光ファイバ17-1と受光側の光ファイバ17-2とを同軸ではなく、鏡10を挟んでその左右に対称に設けている。発光側の光ファイバ17-1と受光側の光ファイバ17-2のJ字型に湾曲された先端部

は、鏡面10-1に向けられ、この鏡面10-1に対して左右対称に所定の傾斜角で傾けられている。鏡面10-1には、実施例1と同様に、微小な突起10-2が形成されている。

[0034] この鏡面冷却式露点計202において、センサ部202Aは被測定気体中に置かれる。また、結露検知部13は、光ファイバ17-1の先端部より、鏡10の鏡面10-1に対して斜めに所定の周期でパルス光を照射させる。鏡面10-1は被測定気体に晒されており、鏡面10-1に結露が生じていなければ、光ファイバ17-1の先端部から照射されたパルス光はそのほぼ全量が正反射し、光ファイバ17-2を介して受光される。したがって、鏡面10-1に結露が生じていない場合、光ファイバ17-2を介して受光される反射パルス光の強度は大きい。

[0035] 結露検知部13では、光ファイバ17-2を介して受光される反射パルス光の上限値と下限値との差を反射パルス光の強度として求め、この反射パルス光の強度に応じた信号S1をペルチェ出力制御部14へ送る。この場合、ペルチェ出力制御部14は、反射パルス光の強度は大きく、閾値を超えているので、熱電冷却素子2への電流を増大させる制御信号S2を信号変換部15へ送る。これにより、信号変換部15からの熱電冷却素子2への電流S3が増大し、熱電冷却素子2の冷却面2-1の温度が下げられて行く。

[0036] 熱電冷却素子2の冷却面2-1の温度、すなわち鏡10の温度を下げて行くと、被測定気体に含まれる水蒸気が鏡10の鏡面10-1に結露し、その水の分子に光ファイバ17-1の先端部から照射されたパルス光の一部が吸収されたり、乱反射したりする。これにより、光ファイバ17-2を介して受光される鏡面10-1からの反射パルス光(正反射光)の強度が減少する。

[0037] ここで、光ファイバ17-2を介して受光される反射パルス光の強度が閾値を下回ると、ペルチェ出力制御部14は、熱電冷却素子2への電流を減少させる制御信号S2を信号変換部15へ送る。これにより、熱電冷却素子2の冷却面2-1の温度の低下が抑えられ、結露の発生が抑制される。この結露の抑制によって、光ファイバ17-2を介して受光される反射パルス光の強度が大きくなり、閾値を上回ると、ペルチェ出力制御部14から熱電冷却素子2への電流を増大させる制御信号S2が信号変換部15へ送

られる。この動作の繰り返しによって、光ファイバ17-2を介して受光される反射パルス光の強度が閾値とほぼ等しくなるように、熱電冷却素子2の冷却面2-1の温度が調整される。この調整された温度、すなわち鏡面10-1に生じた結露が平衡状態に達した温度(露点温度)が、露点温度として露点温度表示部12に表示される。

[0038] この実施例2においても、鏡10の鏡面10-1に微小な突起10-2が形成されているので、この突起10-2が核となって結露が促進され、低露点時の応答性がよくなる。また、被測定気体の流速の変化に対し、結露のサイズが変化し難くなり、結露の平衡状態が崩れ難くなり、測定精度が向上する。

[0039] なお、上述した実施例1や2では、鏡面10-1に生じる結露(水分)を検出するものとしたが、同様の構成によって鏡面10-1に生じる結霜(水分)を検出することも可能である。

また、上述した実施例1や2では、鏡10を冷却する冷却手段として熱電冷却素子(ペルチェ素子)2を用いたが、ヘリウム冷凍機などを用いてもよい。

また、上述した実施例1や2では、鏡面10-1上の突起10-2を例えばフォトリソとエッチングによって形成するようにしたが、鏡面10-1上にガラス粉を貼り付けたり、ダイヤモンドパウダーを貼り付けたりするようにしてもよい。ダイヤモンドは熱伝導率が高い等の利点があり有望である。

#### 産業上の利用可能性

[0040] 本発明の水分検出装置は、鏡面に生じる結露を検出する結露計として、また鏡面に生じる結霜を検出する結霜計として利用可能である。

## 請求の範囲

- [1] 鏡面が被測定気体に晒される鏡と、  
前記の鏡の鏡面に形成された微小な突部と、  
前記鏡を冷却する冷却手段と、  
前記鏡面に対して光を照射する発光手段と、  
前記発光手段から前記鏡面に対して照射された光の反射光を受光する受光手段と、  
、  
この受光手段が受光する反射光に基づいて前記冷却手段によって冷却された前記鏡の鏡面上に生じる水分を検出する手段と  
を備えることを特徴とする水分検出装置。
- [2] 請求項1に記載された水分検出装置において、  
前記突部は、先端が尖った突起とされていることを特徴とする水分検出装置。
- [3] 請求項1に記載された水分検出装置において、  
前記突部は、柱状の突起とされていることを特徴とする水分検出装置。
- [4] 請求項1に記載された水分検出装置において、  
前記突部は、半球状の突起とされていることを特徴とする水分検出装置。
- [5] 請求項1に記載された水分検出装置において、  
前記突部は、フォトリソとエッチングによって形成されていることを特徴とする水分検出装置。
- [6] 請求項1に記載された水分検出装置において、  
前記突部は、前記鏡面にガラス粉を貼り付けた構造とされていることを特徴とする水分検出装置。
- [7] 請求項1に記載された水分検出装置において、  
前記突部は、前記鏡面にダイヤモンドパウダーを貼り付けた構造とされていることを特徴とする水分検出装置。

## 補正書の請求の範囲

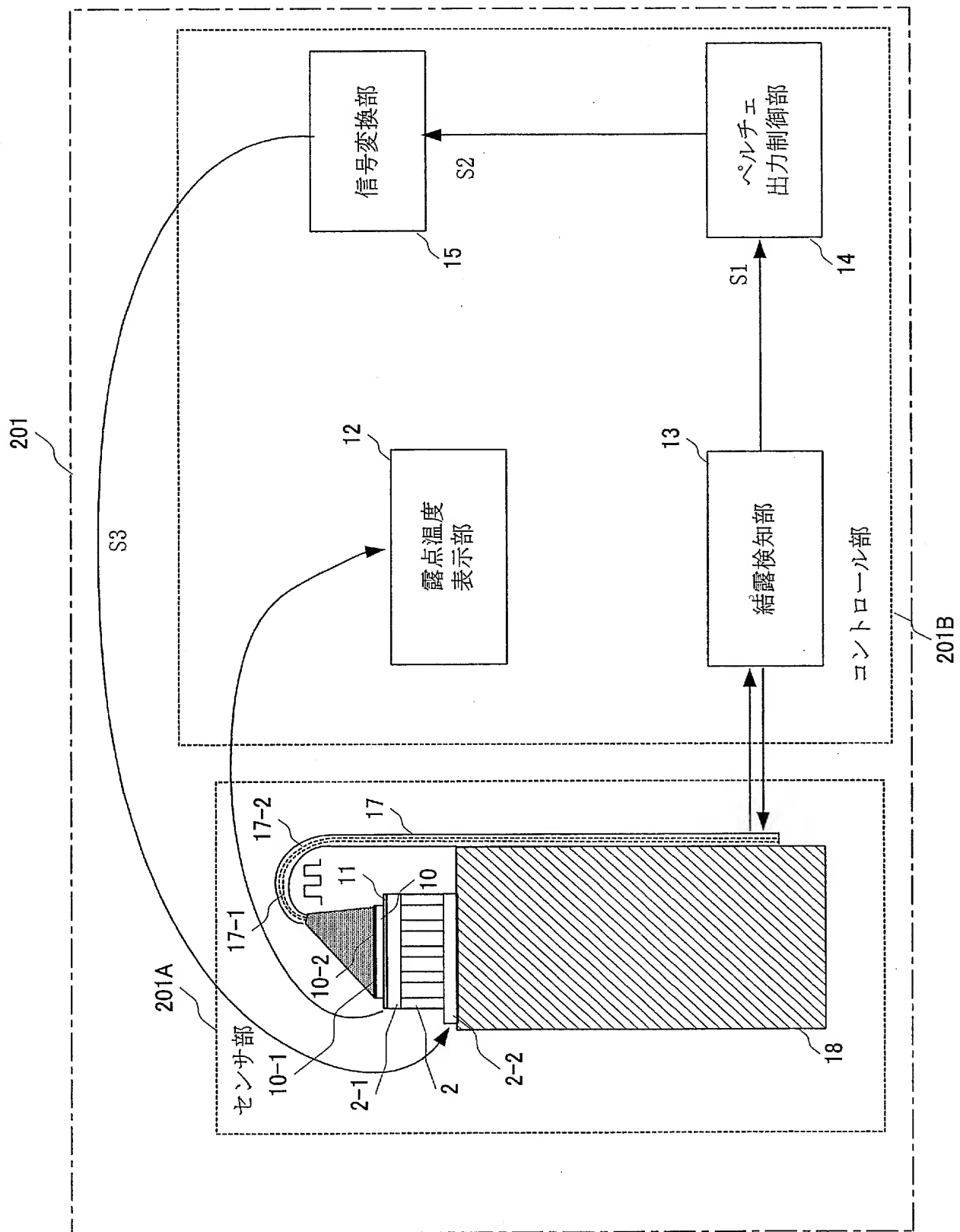
[2005年7月1日(01.07.2005)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲

5、6及び7は取り下げられた；出願当初の請求の範囲1は補正された；

他の請求の範囲は変更なし。(1頁)]

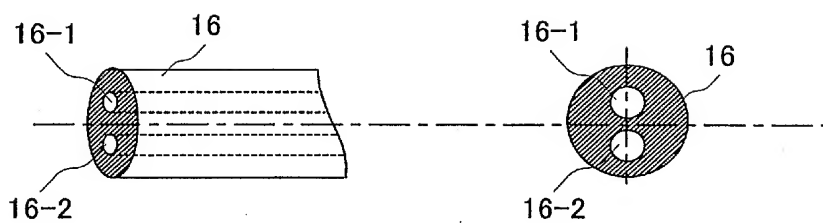
- [1] (補正後) 鏡面が被測定気体に晒される鏡と、  
前記鏡の鏡面に形成された微小な突部と、  
前記鏡を冷却する冷却手段と、  
前記鏡面に対して光を照射する発光手段と、  
前記発光手段から前記鏡面に対して照射された光の反射光を受光する受光手段と、  
この受光手段が受光する反射光に基づいて前記冷却手段によって冷却された前記鏡の鏡面上に生じる水分を検出する手段と  
を備え、  
前記突部は、フォトレジストとエッチングによって形成されていることを特徴とする水分検出装置。
- [2] 請求項1に記載された水分検出装置において、  
前記突部は、先端が尖った突起とされていることを特徴とする水分検出装置。
- [3] 請求項1に記載された水分検出装置において、  
前記突部は、柱状の突起とされていることを特徴とする水分検出装置。
- [4] 請求項1に記載された水分検出装置において、  
前記突部は、半球状の突起とされていることを特徴とする水分検出装置。
- [5] (削除)
- [6] (削除)
- [7] (削除)

[図1]

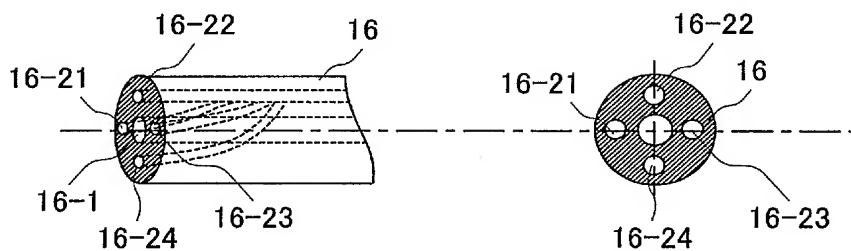




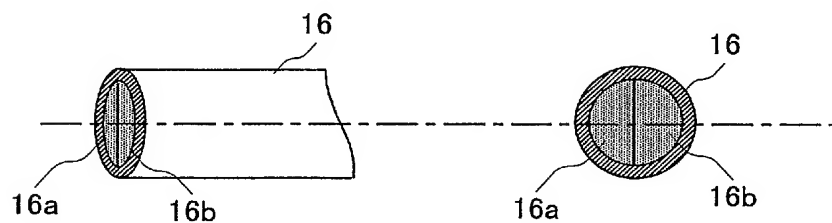
[図2A]



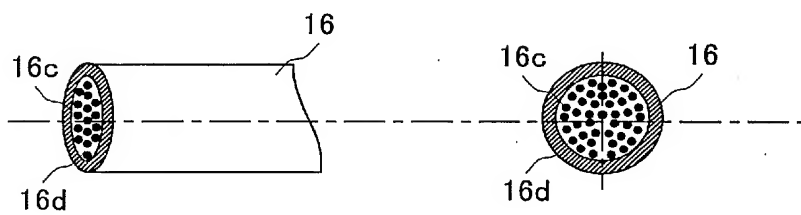
[図2B]



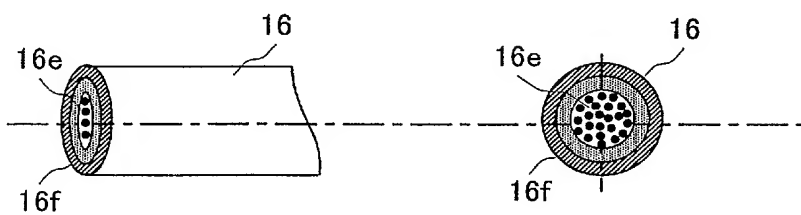
[図2C]



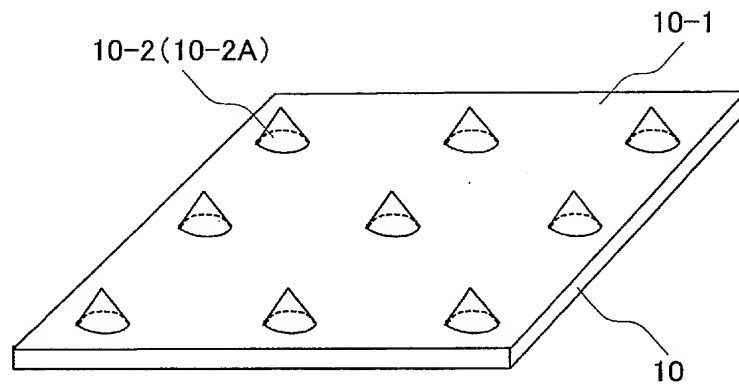
[図2D]



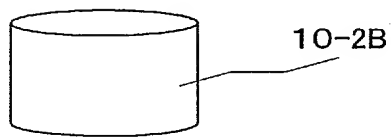
[図2E]



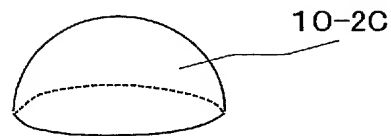
[図3]



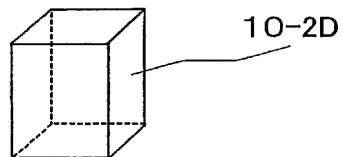
[図4A]



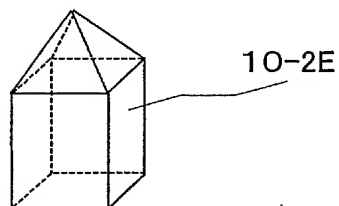
[図4B]



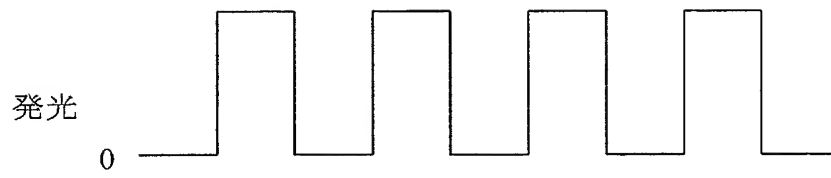
[図4C]



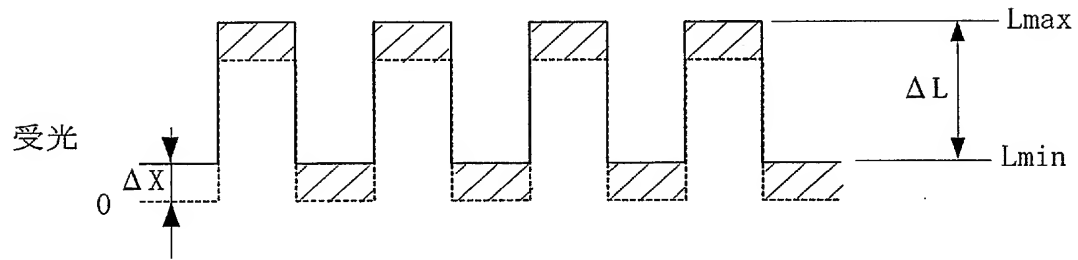
[図4D]



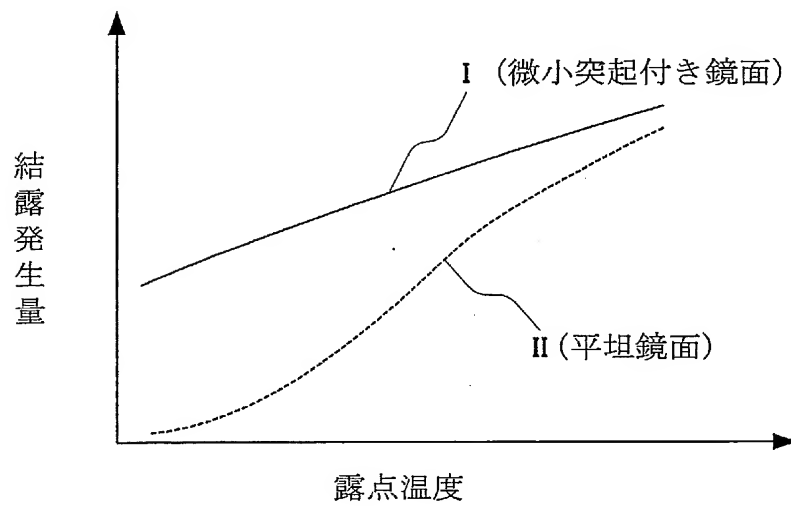
[図5A]



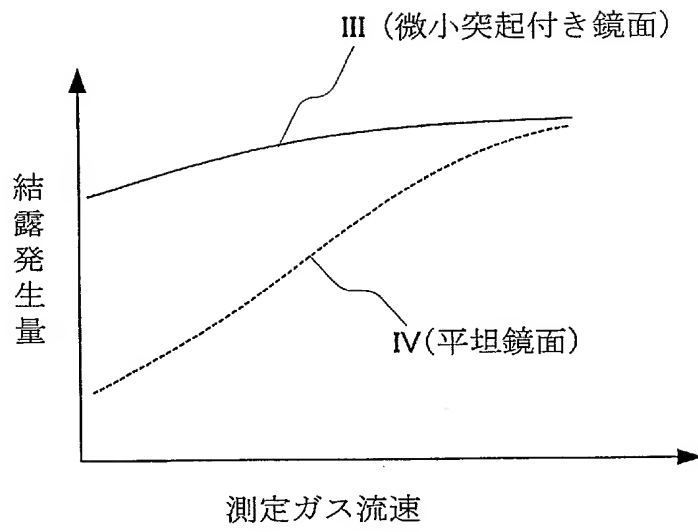
[図5B]



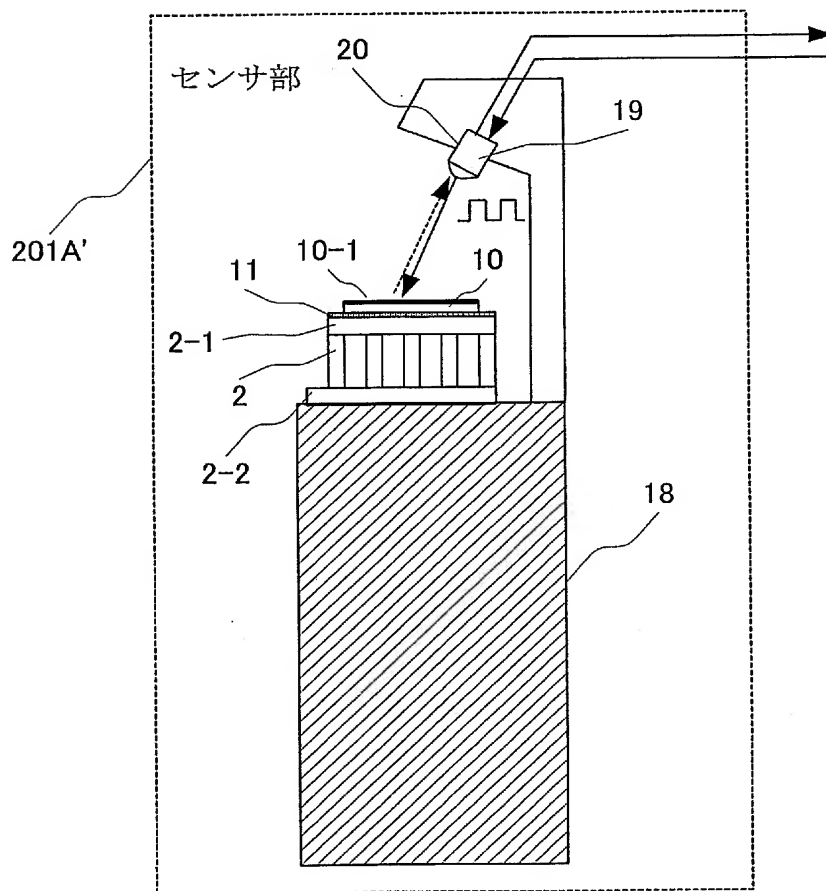
[図6]



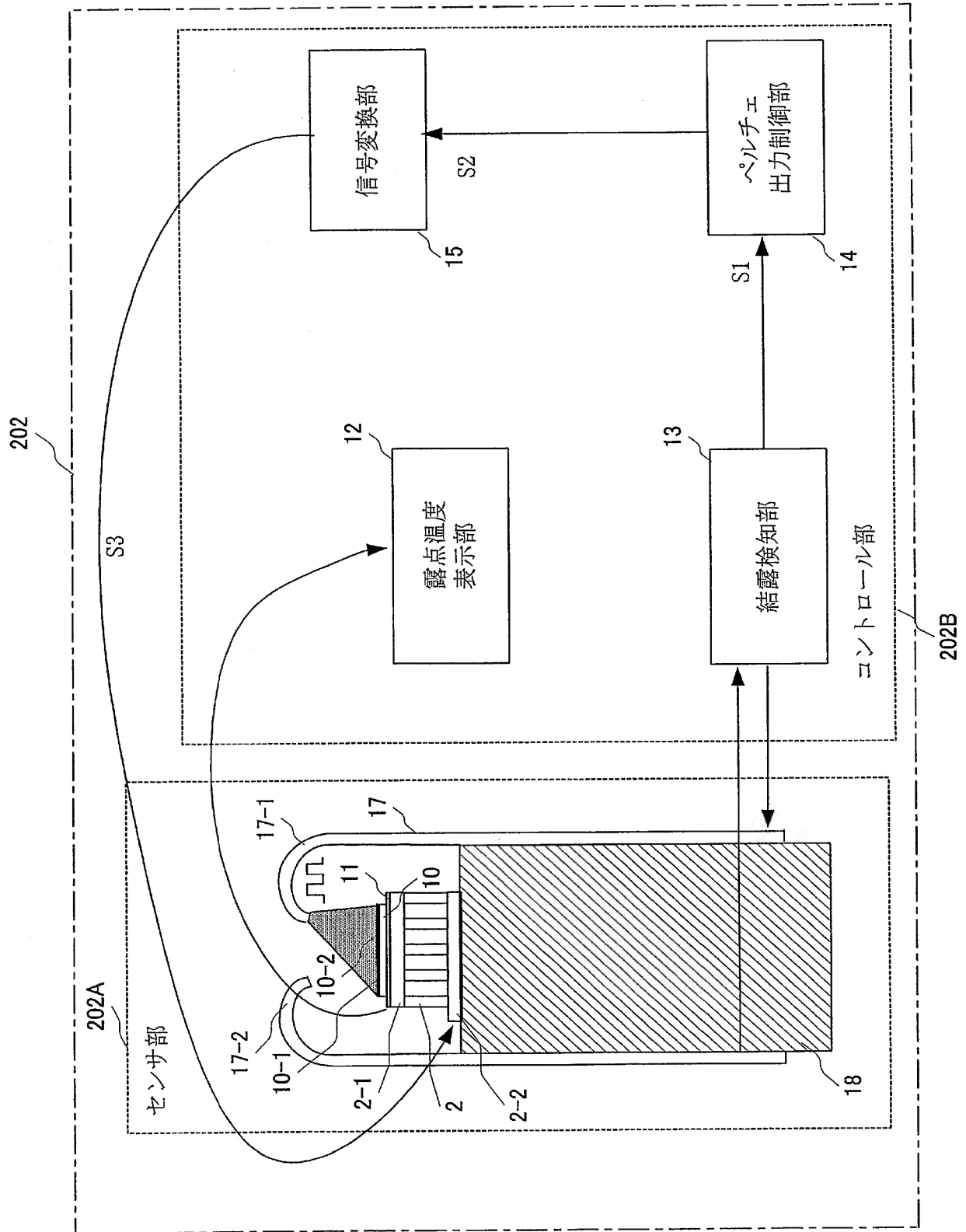
[図7]



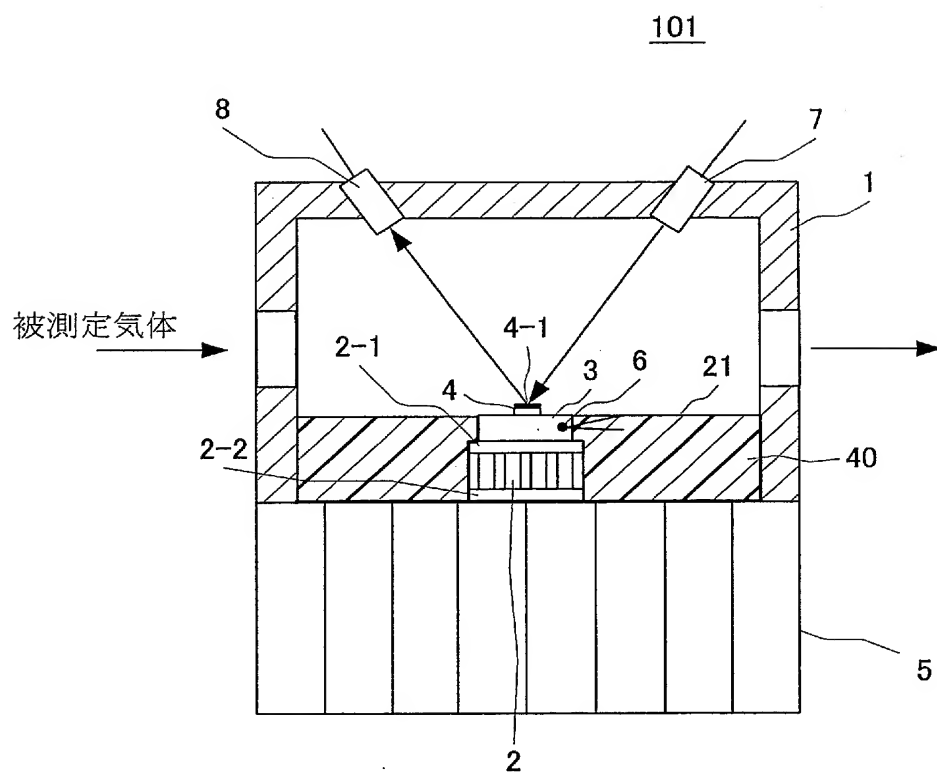
[図8]



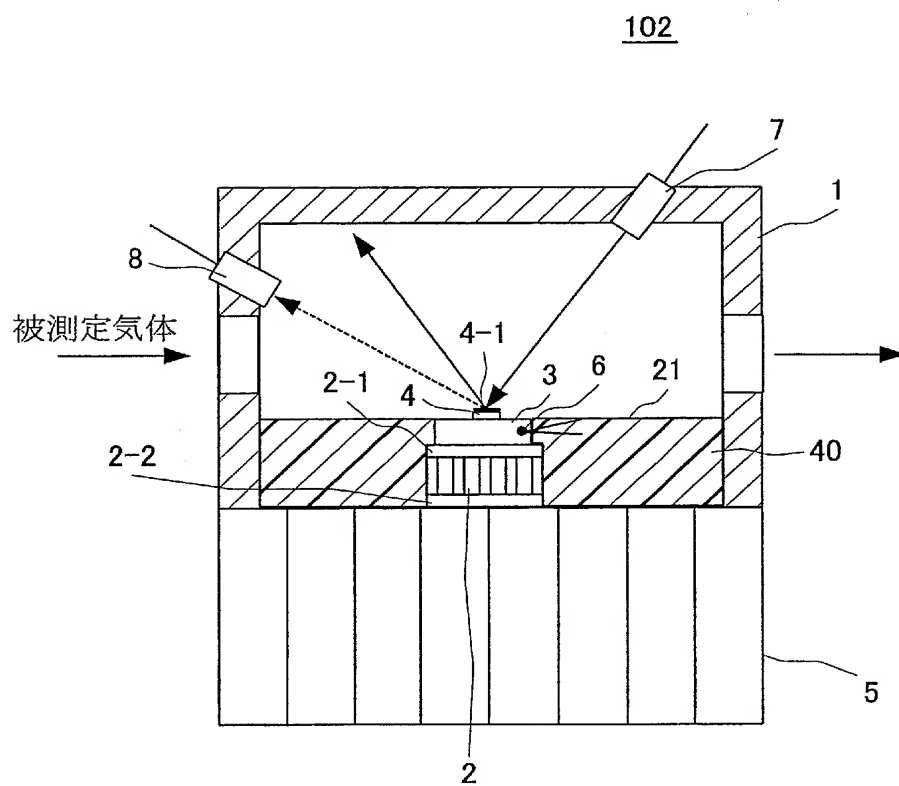
[図9]



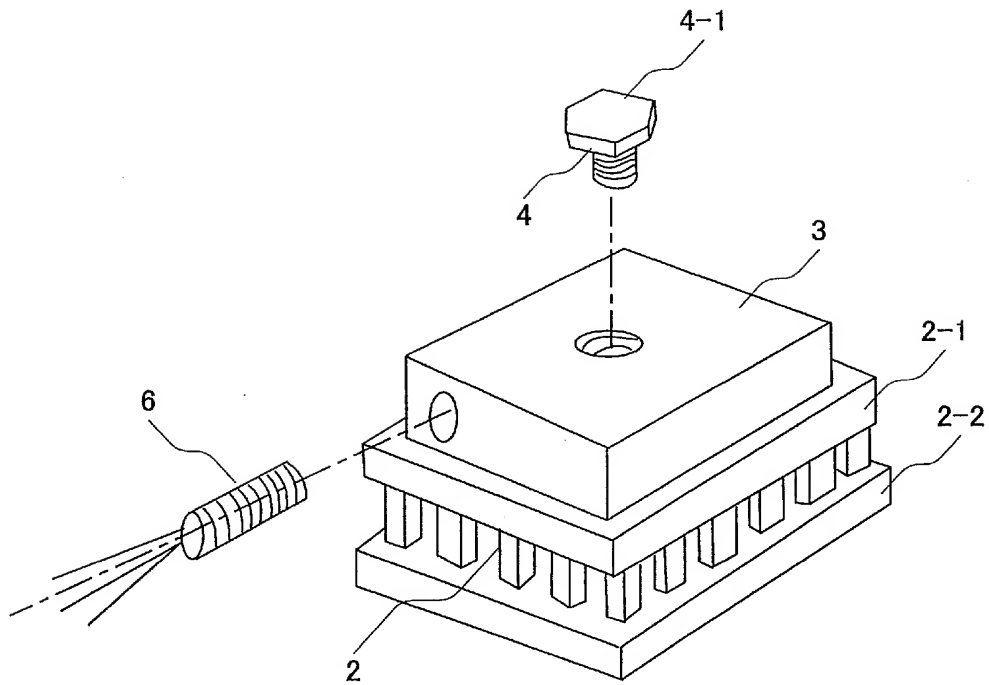
[図10]



[図11]



[図12]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/004648

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> G01N25/68, 21/47, 21/55

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> G01N1/00-44, 25/00-72, 21/47, 21/55

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 3194108 B2 (Nippon Sanso Corp.), 01 June, 2001 (01.06.01), Par. Nos. [0010] to [0014]; Fig. 1 (Family: none)	1, 6, 7 2-5
Y A	JP 61-075235 A (The Institute of Physical and Chemical Research), 17 April, 1986 (17.04.86), Page 1, lower left column; Fig. 1 (Family: none)	1, 6, 7 2-5
P, A	JP 2004-108940 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 08 April, 2004 (08.04.04), Par. No. [0010]; Fig. 2	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 May, 2005 (19.05.05)

Date of mailing of the international search report

07 June, 2005 (07.06.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> G01N25/68, 21/47, 21/55

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> G01N1/00-44, 25/00-72, 21/47, 21/55

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 3194108 B2 (日本酸素株式会社) 2001.06.01, 段落番号【0010】 -【0014】、第1図 (ファミリーなし)	1, 6, 7 2-5
Y A	JP 61-075235 A (理化学研究所) 1986.04.17, 第1頁左下欄, 第1 図, (ファミリーなし)	1, 6, 7 2-5
P, A	JP 2004-108940 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2004.04.08, 【0010】、第2図	1-7

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.05.2005

国際調査報告の発送日

07.6.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

西村 直史

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

2 J

9234